

자동차 부품 산업에서의 정밀 기술

㈜ 만도 기술총괄 김기원 수석부사장

2002.5.18(토)

MANDO

목 차

- I. 정밀 기술의 필요성
- II. 가공 기술
- III. 조립 기술

MANDO

자동차 부품 산업에서의 정밀 기술

최근 자동차가 편리성과 안전성을 추구함에 따라서 자동차 부품도 과거의 기계식 동작 방법에서 전자 제어 장치가 부착된 전자식 동작 방법으로 발전되어 가고 있는 추세입니다. 또한 연비 향상을 위하여 부품의 소형화가 급속히 추진되고 있습니다. 이러한 전자화, 소형화를 실현시키기 위해 자동차 부품에서의 정밀성이 요구되어 지고 있고, 부품 제조 측면에서는 고속화, 정확성이 요구되고 있는 실정입니다.

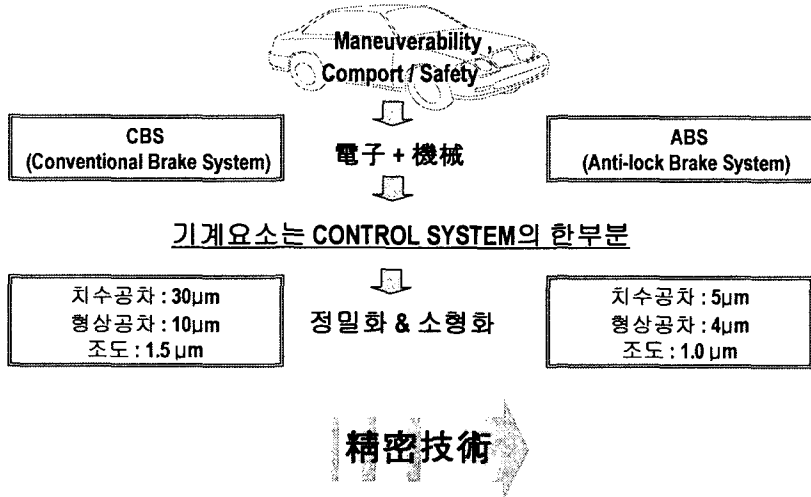
당사의 경우 CBS (Conventional Brake System)를 생산하다가 전자 제어 장치가 부착된 ABS (Anti-lock Brake System)의 생산을 시작할 때, 부품의 정밀도를 좌우하는 각 치수의 공차 영역이 전체적으로 CBS 대비 약 1/5 수준밖에 되지 않고, 가공 속도는 약 2 배가 빨라야 하기 때문에 생산 준비 단계에서 많은 시행 착오를 겪어야만 했습니다. 여기서 당사가 ABS 를 양산하면서 겪은 경험을 토대로 기술토록 하겠습니다.

가공 기술의 경우 고속, 정밀 가공을 실현시키기 위해서 크게 4 가지 측면을 고려해야만 하며, 그 4 가지는 설비, Tool Holder, Tool, Chip 측면입니다. 먼저 설비가 고정도가 되기 위해 고강성을 필요로 하는 것은 물론 가공 중에 필연적으로 발생하는 열변형에 대한 대책을 수립하지 않으면 안 됩니다. 이러한 열변형은 설비 설계 단계에서 대책을 수립할 수 있는 것도 있지만 주위 온도 변화에 의한 열변형처럼 사용 중에 발생하는 것은 설비 사용자가 장시간에 걸친 Data 를 확보하여 대책을 수립하지 않으면 안 됩니다. 또한 Tool Holder 의 정정도 일반적으로 사용하는 것 보다는 고정도의 것이 요구 되어서므로 Tool Holder Maker 에 반드시 요구 정도를 명기하여 주문하여야 합니다. Tool 도 고속화를 실현시키기 위해 고정도의 다이아몬드 공구가 필요하였고 이를 국내에서 개발하기 위해 많은 시행 착오를 겪어야만 했습니다. 또한 Chip 배출이 고정도의 필수 고려 항목으로서 당사에서는 경우에 따라 여러 가지의 방법을 사용하고 있습니다.

조립 기술의 경우 스테인레스 박판을 열변형을 최소로 하면서 용접을 하기 위해서 레이저 용접을 도입하였고, 부품을 압입하면서 정확하고 정밀한 치수 셋팅을 위하여 서머 모타를 이용한 압입 방법을 사용하였습니다.

이상과 같은 당사의 경험이 정밀 자동차 부품의 생산에 도움이 되기를 바랍니다.

I. 정밀 기술의 필요성



II. 가공 기술

- 설비의 열변형 대책 ●
- Tool Holder 선정 ●
- Tool - Diamond Reamer ●
- Chip 제거 방법 ●

설비의 열변형 대책

1. 열변형 열원

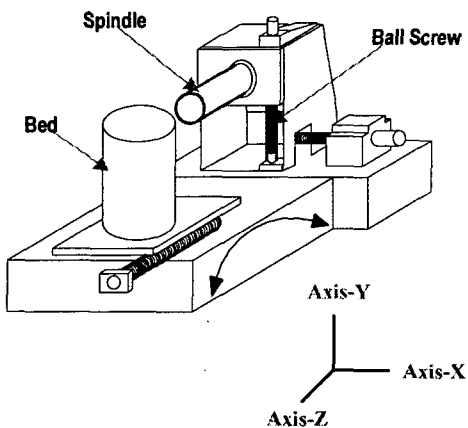
1.1 운동부의 열변형 대응

1.2 주위 온도 변화에 의한 열변형 대응

별첨1. 절삭유 온도에 의한 열변형

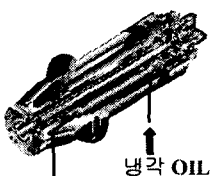
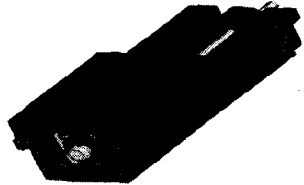
별첨2. 실내 온도에 의한 열변형

1. 열변형 열원

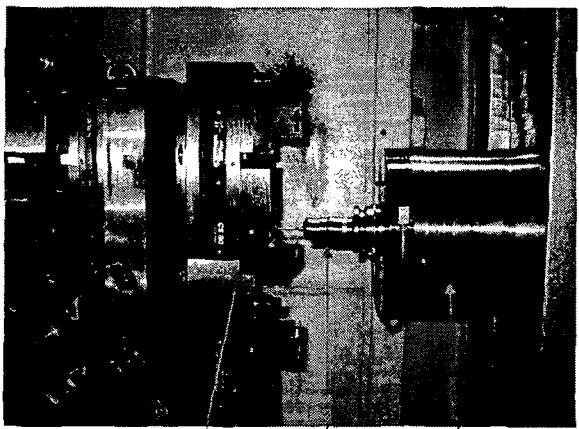


	운동부	주위 온도 변화
열원	주축 Bearing 이송계 Ball Screw	절삭유 온도 실내온도
열변형부	주축, 이송계	Bed, 지구
대응처	설비 Maker	설비 사용자
영향치수	經, 위치	깊이, 단차

1-1. 운동부의 열변형 대응

	주축(Spindle)	이송계(Ball Screw)
원인	- 주축회전 시 베어링의 마찰열에 의한 주축 Body 열변형	- Ball Screw의 회전 및 마찰에 의한 열변형
대책	- Oil Cooler를 이용하여 주축 베어링 주위를 강제 냉각	- Bearing부 Pre-Tension을 통한 강제적 보상 - 중공 Ball Screw를 사용하여 강제 냉각 - Linear Scale등을 통한 Direct Feed Back 하여 보상
	 <p>냉각 OIL</p>	

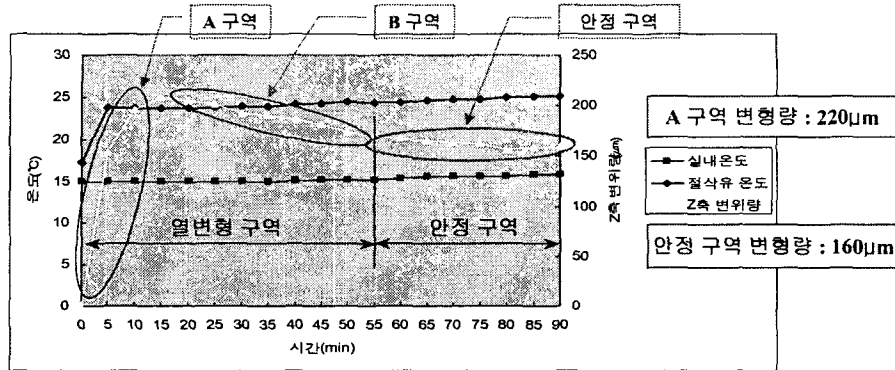
1-2. 주위 온도 변화에 의한 열변형 대응



Fixture Touch Probe Spindle

열변형 측정 방법	
Touch Probe 장착	Spindle
설비 무부하 운전	
치구의 일정지점 좌표 측정	절삭유 온도 측정
열변형량 산정	

별첨1. 절삭유 온도에 의한 열변형

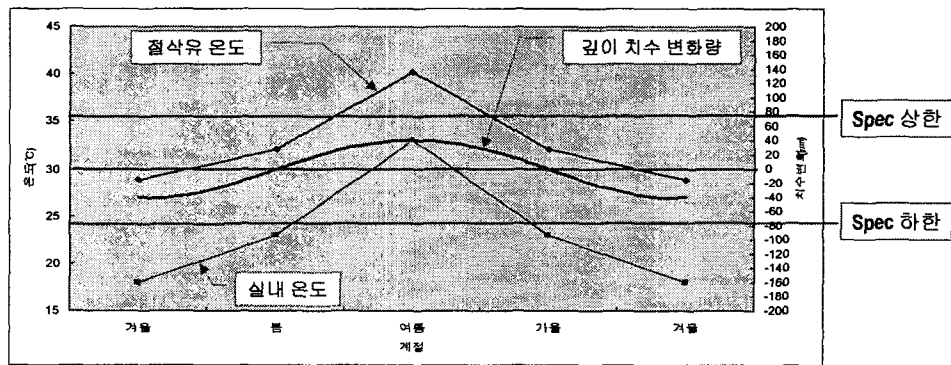


A 구역 ; 절삭유 공급 초기 Bed와 치구의 급격한 열변형 발생 구간
B 구역 ; 주축, 이송계등 운동부의 열변형량과 상쇄되는 구간
안정구역 ; 열변형이 모두 일어난 후 일정 변형량 (30 μ m) 유지 구간

초기에 급격히 변화후 55분후 일정 열변형 유지 경향

열변형 안정구간에 도달할 때까지 설비 운전 전 Warming-Up 실시후 생산

별첨2. 실내 온도에 의한 열변형



깊이 치수 변화가 겨울에 -방향, 여름에 +방향으로 최대가 됨

SPC 관리도상 깊이 치수가 $\pm 40 \mu$ m을 초과하는 Run 발생시 치수 보정

win 21 기술정보의 가장 확실한 파트너

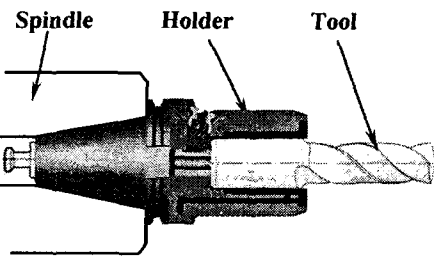
Tool Holder 선정

1. Tool Holder의 종류
2. 사용 BT Holder의 정도
3. Hydraulic Expansion Holder

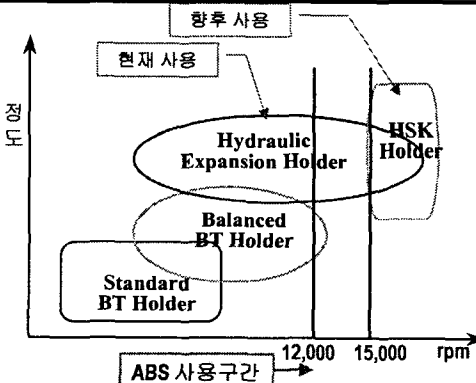
MANDO

win 21 기술정보의 가장 확실한 파트너

1. Tool Holder의 종류



Spindle Holder Tool



현재 사용

향후 사용

Standard BT Holder

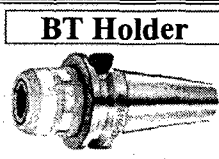
Balanced BT Holder

Hydraulic Expansion Holder

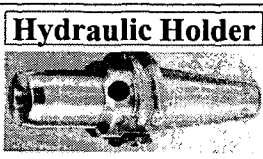
HSK Holder

ABS 사용구간 12,000 15,000 rpm

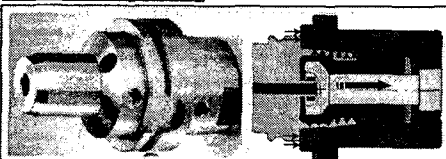
BT Holder



Hydraulic Holder



HSK Holder



MANDO

win 21 가공용 기구 전문 업체

2. 사용 BT Holder의 정도

균형도 G 등급	G 2.5
----------	-------

비불균형 : 로터 무게 중심의 축 중심선으로부터의 치우침
 균형도 : 비불균형 (mm) × 회전속도 (rpm) / 9.55
 균형도의 등급 : G0.4 ~ G4000까지 11등급으로 구분
 균형도의 등급이 낮을수록 고정도 표시

KS B 0136

Taper 각도 공차 등급	AT 3
----------------	------

Angle Tolerance 테이퍼 각도 공차
 AT1 ~ AT12까지 12등급으로 구분
 AT의 등급이 낮을수록 고정도 표시

KS B 0430

Run Out	3 μm
---------	------

Taper 부 표면 조도	0.8 s
---------------	-------

MANDO

win 21 가공용 기구 전문 업체

3. Hydraulic Expansion Holder

사용 목적	Tool Quick Change Tool 장착후 Run-out이 3μm 이내로 유지
-------	---

Runout ≤ 0.003 mm
 Clamping
 Tool Length Adjusting
 clamping screw to piston end stop
 D₁₆
 measure point
 2.5 x D
 max. 50 mm
 Hydraulic 유압피스톤 유압작동 Bolt
 길이조정 Bolt

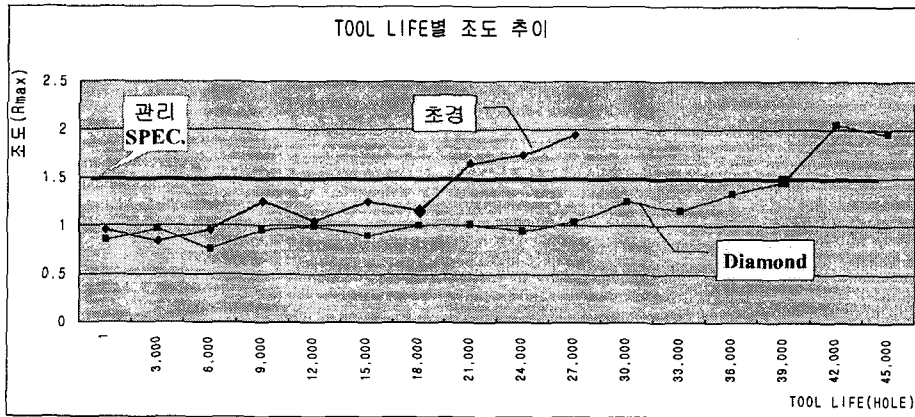
MANDO

Tool - Diamond Reamer

1. 초경과 Diamond의 조도 비교
2. Diamond Reamer의 절삭조건 선정

1. 초경과 Diamond의 조도 비교

피삭재: A6061S-T6
 TOOL 규격: $\phi 24$ REAMER
 절삭조건: V:300m/min, f:0.1mm/rev

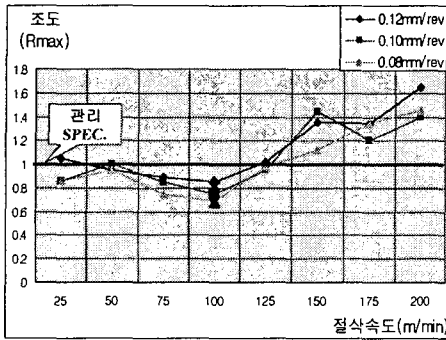


■ 초경은 18,000 홀 이후, Diamond는 36,000 홀 이후 조도 나빠짐
 Tool Life가 2배인 Diamond Reamer 선정

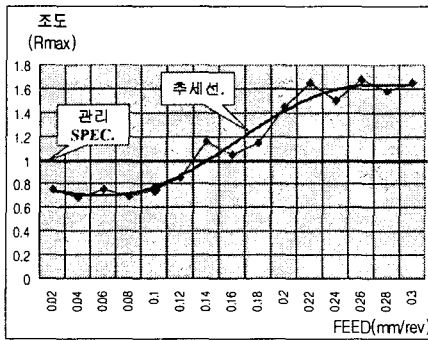
2. Diamond Reamer의 절삭조건 선정

피삭재: A6061S-T6, TOOL규격: $\phi 8$ REAMER

1) 절삭속도별 조도 추이



2) FEED별 조도 추이(절삭속도 100m/min기준)



Feed에 관계없이 절삭속도

100 m/min 이 최적임

Feed가 0.12 mm/rev 이상에서

조도 급격히 나빠짐

최적의 절삭조건



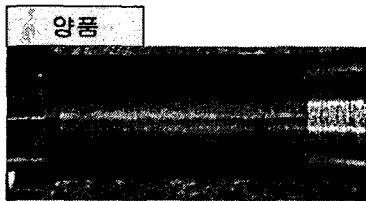
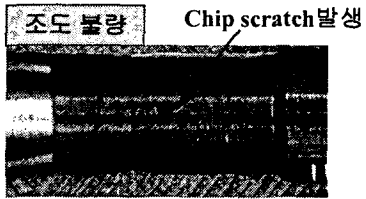
회전수 : 4,000RPM (V=100m/min, DIA= $\phi 8$)
FEED : 0.1mm/rev

Chip 제거 방법

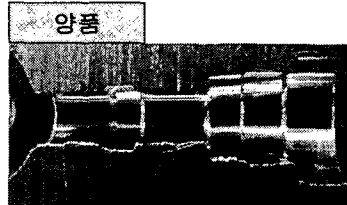
1. Chip 에 의한 Trouble 종류
2. Chip에 의한 Trouble 제거 방법
3. 고압 절삭유 분사 방법
4. Chip 제거 Bracket 방법
5. 가공 Program에 의한 방법
6. Chip Breaker 적용 방법

1. Chip에 의한 trouble 종류

Chip Scratch



Tool mark



2. Chip에 의한 trouble 제거 방법

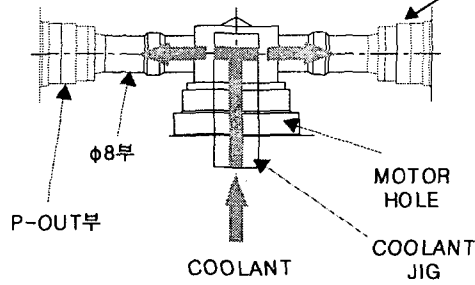
설비

- ▶ 고압 절삭유 분사 방법
- ▶ Chip 제거 Bracket 방법
- ▶ 가공 프로그램에 의한 방법

Tool

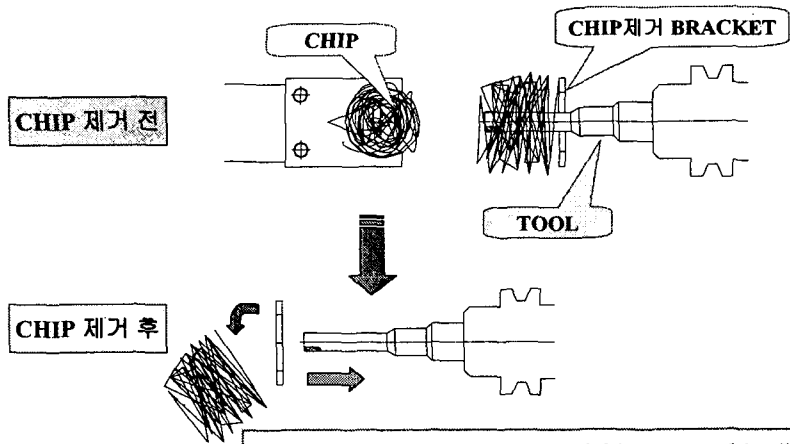
- ▶ Chip Breaker 적용 방법

3. 고압 절삭유 분사 방법



Finish 가공전 Toolholder에
절삭유 Nozzle만 장착하여
절삭유를 고압 (70kgf/cm²)
으로 분사하여 Hole내부에
잔존해 있는 Chip을 제거 함.

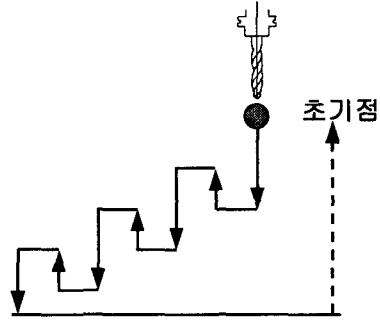
4. Chip 제거 Bracket 방법



Tool이 후진하면서 말려있는 chip이 제거됨

5. 가공 프로그램에 의한 방법

■ Inching feed 방식
 - Chip을 단속시켜서
 Chip 배출성을 향상

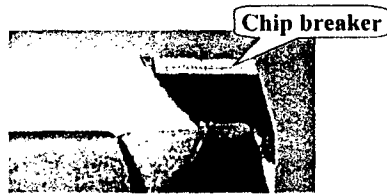


■ Spindle 역회전을 이용한 Chip제거
 - 가공 완료후 Spindle을 역회전 함으로써,
 Tool에 말려있는 Chip을 제거함.

6. Chip Breaker 적용 방법



Chip Breaker 적용



LONG Chip



SHORT Chip